

## WPŁYW SPOSOBU NAWOŻENIA AZOTEM NA JAKOŚĆ ZIARNA PSZENŻYTA JAREGO ODMIANY MILEWO. CZĘŚĆ I – ZAWARTOŚĆ I SKŁAD FRAKCYJNY BIAŁKA

Arkadiusz Stępień, Katarzyna Wojtkowiak, Krzysztof Orzech  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

**Streszczenie.** Celem pracy było określenie wpływu nawożenia azotem nawozem jedno- lub wieloskładnikowym na zawartość i skład frakcyjny białka ziarna pszenżyta jarego odmiany Milewo. Analiza jakościowa ma pokazać możliwości poprawiania cech wypiekowych ziarna pszenżyta jarego pod wpływem zastosowanych sposobów nawożenia.

Po zastosowaniu nawożenia azotem z dodatkiem nawozu wieloskładnikowego w formie azofoski nastąpiły zmiany w zawartości poszczególnych frakcji. Największy udział wśród analizowanych białek właściwych stanowiły białka zapasowe, z przewagą gliadyn w stosunku do glutelin. Świadczy to o znacznej, potencjalnej przewadze lepkich cech białka nad sprężystymi i pogorszeniu wartości technologicznej białka. Ze zwiększeniem poziomu nawożenia azotem z 80 do 120 kg·ha<sup>-1</sup> w postaci mocznika i po zastosowaniu mocznika stosowanego razem z azofoską zmniejszała się ilość szkodliwego, wywołującego alergię, białka gliadyn  $\omega$  i  $\alpha/\beta$ .

**Słowa kluczowe:** nawożenie azotem, pszenżyto jare, frakcje białka

### WSTĘP

Światowe tendencje w przetwórstwie żywności zmierzają w kierunku szerszego wykorzystania surowców roślinnych, wartościowych z żywieniowego punktu widzenia, a do tej pory niedocenianych. Sugeruje się, że ziarno i skład pszenżyta posiadają potencjał, który może być wykorzystany w żywieniu ludzi, co powoduje większe zainteresowanie hodowców i przetwórców [McGoverin i in. 2011].

Przeznaczone do wyrobu mąki i wypieku pieczywa ziarno pszenżyta powinno charakteryzować się odpowiednią jakością, na którą składają się zarówno cechy ogólnoużytkowe, jak i ściśle związane z wymaganiami przemysłu spożywczego. Chlebowa jakość zbóż (pszenicy i pszenżyta) zależy głównie od ilości i składu białek zapasowych glutenu, kształtowanego zwłaszcza przez podjednostki o wysokiej masie cząsteczkowej [Konopka i in. 2007, Wieser 2007, Martinek i in. 2008].

W heksaploidalnym pszenżycie ( $2n = 6x = 42AABBRR$ ) genom (R) żyta zastępuje genom (D) pszenicy. Ta różnica w genomowej konstrukcji ma zauważalny wpływ na zawartość białek zapasowych [Serna-Saldivar i in. 2004, Salmanowicz 2010, Vyhnanek i in. 2013]. Ziarno pszenżyta w porównaniu z ziarnem pszenicy charakteryzuje się niską zawartością i słabą wytrzymałością glutenu [Varughese i in. 1996]. Od wielu lat prowadzone są badania hodowlane w celu stworzenia odmian pszenżyta, które będzie posiadało standardy jakościowe pszenicy. Takie ziarno wtedy będzie charakteryzowało się dobrą wartością wypiekową pieczywa, gdy zwiększy ilość jednostek glutelinowych (HMW) [Tohver i in. 2005, Salmanowicz i Dylewicz 2007].

Zawartość i skład frakcyjny białka zbóż nie jest wyłącznie cechą odmianową, ale zależy od wielu czynników, m.in. od warunków klimatyczno-glebowych, nawożenia oraz ochrony chemicznej [Shewry 2007, Wieser 2007, Pattison i Trethowan 2013, Stepień i Wojtkowiak 2013]. Poprzez nawożenie, które jest najważniejszym czynnikiem środowiskowym, można wpływać na zawartość białka całkowitego i cennych podjednostek glutelinowych HMW [Triboi i Triboi-Blondel 2002].

Celem pracy było określenie wpływu nawożenia azotem nawozem jedno- lub wieloskładnikowym na zawartość i skład frakcyjny białka ziarna pszenżyta jarego odmiany Milewo. Analiza jakościowa ma pokazać możliwości poprawiania cech wypiekowych ziarna pszenżyta jarego pod wpływem zastosowanych sposobów nawożenia.

## **MATERIAŁ I METODY**

### **Eksperyment polowy**

Materiały i metody dotyczące schematu, miejsca, sposobu założenia i przeprowadzenia doświadczenia polowego, rodzaju zastosowanej agrotechniki i techniki nawożenia omówiono w części II [Wojtkowiak 2014]. Schemat doświadczenia przedstawiono w tabeli 1.

### **Metody laboratoryjne**

Pobraną po zbiorze do analiz próbkę ziarna rozdrobniono w młynku laboratoryjnym IKA A10 (Labortechnik) w taki sposób, aby wszystkie cząstki przesiewały się przez sito o wielkości oczek 400  $\mu\text{m}$ . Frakcje białek ekstrahowano według metody Wiesera i innych [1998]. Albuminy ekstrahowano wodą destylowaną, globuliny mieszaniną NaCl i  $\text{HKNaPO}_4$ , gliadyny 60-procentowym etanolem oraz gluteliny w mieszaninie 50% propanol-1 + 2m mocznik + tris HCl i 1 + DTE pod azotem. Detekcję przeprowadzono przy długości fali 210 nm. Wyniki analizowano za pomocą programu komputerowego

Tabela 1. Schemat nawożenia azotem

Table 1. Scheme of field nitrogen fertilization

Obiekt Object	Typ nawozu Fertiliser type	Suma N Total N [kg·ha <sup>-1</sup> ]	Termin stosowania N, dawka N i rodzaj nawozu Applying time, dose and type N fertilizer [kg·ha <sup>-1</sup> ]		
			przedsięwzięcie before sowing	krzewienie spreading time (BBCH 23-29)	strzelanie w źdźbło stalk shooting time (BBCH 31-32)
1	jednoskładnikowy one componet fertiliser	80	–	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (40)	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (40)
2	jedno- i wieloskładnikowy one componet fertiliser and multifertiliser	80	–	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (20)+ azofoska* (20)	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (40)
3	jednoskładnikowy one componet fertiliser	120	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (40)	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (40)	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (40)
4	jedno- i wieloskładnikowy one componet fertiliser and multifertiliser	120	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (40)	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (20)+ azofoska (20)	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (40)

CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> – mocznik/urea; NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – saletra amonowa/ammonium nitrate; \*azofoska – nawóz wieloskładnikowy/multifertilizers.

HPLC (high-performance liquid chromatography) według 3D ChemStation firmy HP i przedstawiono w jednostkach mAU (milliabsorbance units).

## Metody statystyczne

W kontekście założonych celów badań weryfikowano hipotezę zerową ( $H_0$ ) zakładającą brak istotnych różnic między poziomami badanego czynnika. W przypadku odrzucenia hipotezy zerowej ( $H_0$ ) przyjęto hipotezę alternatywną ( $H_A$ ) mówiącą, że występują istotne różnice pomiędzy sposobami nawożenia w kształtowaniu zawartości i składu frakcyjnego białka. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu STATISTICA 9.0 firmy Statsoft. Do obliczeń statystycznych zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji. Obok podstawowych parametrów statystycznych ustalono odchylenie standardowe oraz grupy statystycznie jednorodne testem Duncana, przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI I DYSKUSJA

Poziom nawożenia, szczególnie azotem, rodzaj nawozu oraz technika jego aplikacji wpływają na kształtowanie się zawartości białka ogółem [Spychaj-Fabisiak i in. 2005, Podolska 2008, Domska i Raczkowski 2009, Kara i Uysal 2009, Wojtkowiak i in. 2013]. Mało jest jednak danych dotyczących wpływu nawożenia mineralnego na zmiany ilościowe i jakościowe białek ziarna pszenżyta jarego.

Tabela 2. Frakcje białek w ziarnie (wartości wyrażone w tysiącach mAU s)

Table 2. Composition of proteins in grain (the surface of peaks expressed in thousands mAU s)

Lata badań Years of investigation	Obiekt* Object	Frakcje białek – Composition of proteins			Suma białek Sum of protein
		albuminy + globuliny albumins + globulins	gliadyny gliadins	gluteliny glutelins	
2010	1	13,4 <sup>a</sup> ± 0,58	32,6 <sup>bcd</sup> ± 0,08	17,5 <sup>b</sup> ± 1,17	63,5 <sup>cd</sup> ± 0,50
	2	13,1 <sup>a</sup> ± 0,05	30,6 <sup>ef</sup> ± 1,25	18,2 <sup>ab</sup> ± 0,32	61,8 <sup>dc</sup> ± 0,28
	3	13,4 <sup>a</sup> ± **	29,9 <sup>f</sup> ± 1,07	17,7 <sup>ab</sup> ± 0,92	61,0 <sup>c</sup> ± 0,14
	4	14,1 <sup>a</sup> ± 0,93	31,7 <sup>def</sup> ± 1,02	18,6 <sup>ab</sup> ± 0,17	64,3 <sup>bc</sup> ± 2,12
2011	1	13,3 <sup>a</sup> ± 0,10	34,8 <sup>a</sup> ± 0,04	18,9 <sup>a</sup> ± 0,40	67,0 <sup>a</sup> ± 0,25
	2	13,3 <sup>a</sup> ± 0,08	34,3 <sup>ab</sup> ± 0,65	18,4 <sup>ab</sup> ± 0,19	65,9 <sup>ab</sup> ± 0,54
	3	13,3 <sup>a</sup> ± 0,16	32,3 <sup>bcd</sup> ± 0,69	17,9 <sup>ab</sup> ± 0,40	63,4 <sup>cd</sup> ± 1,25
	4	13,1 <sup>a</sup> ± 0,14	33,7 <sup>abc</sup> ± 0,44	18,5 <sup>ab</sup> ± 0,10	65,2 <sup>abc</sup> ± 0,68
2010		13,5 <sup>A</sup> ± 0,61	31,2 <sup>A</sup> ± 1,32	18,0 <sup>A</sup> ± 0,75	62,6 <sup>A</sup> ± 1,65
2011		13,3 <sup>B</sup> ± 0,14	33,7 <sup>B</sup> ± 1,05	18,4 <sup>A</sup> ± 0,48	65,7 <sup>B</sup> ± 1,49

a, b, ..., A, B, ... – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy  $p < 0,05$ ; ± odchylenie standardowe.

a, b, ..., A, B, ... – within each line means with the same letter are not significantly different ( $p < 0.05$ ); ± standard deviation.

\* Opis obiektów w tabeli 1/Explanation see Table 1.

\*\* Wartość poniżej 0,01/Values below 0.01.

W badaniach własnych pod wpływem zastosowanego w doświadczeniu nawożenia stwierdzono różnice w zawartości poszczególnych frakcji w ziarnie pszenżyta jarego (tab. 2). W pierwszym roku uprawy zawierało ono więcej wartościowych białek budulcowych albumin i globulin (średnia – 13,5 tys.). Największe nagromadzenie tej frakcji białka występowało w ziarnie pszenżyta nawożonego dawką 120 kg·ha<sup>-1</sup> azotu z dodatkiem nawozu wieloskładnikowego – azofoski (obiekt 4). Ten sposób nawożenia, w porównaniu z dawką 80 kg·ha<sup>-1</sup> (obiekt 2), przyczynił się do zwiększenia zawartość białka albumin i globulin o 7,6% tylko w pierwszym roku.

Białka glutenowe (gliadyny i gluteniny) są odpowiedzialne za wyjątkową pozycję pszenicy wśród zbóż [Martinek i in. 2008, Konopka i in. 2012]. Ich nagromadzenie w ziarnie oraz wzajemne proporcje decydują o takich właściwościach ciasta, jak lepkość sprężystość i lepkość oraz porowatość pieczywa i stopień jego wyrośnięcia [Goesart i in. 2005, Tohver i in. 2005]. Te właściwości podkreślają możliwości wykorzystania pszenicy i innych zbóż w przemyśle piekarskim. Mimo że obecnie żadna odmiana pszenżyta nie jest zalecana do wypieku chleba, to jednak w wielu pracach wykazano jego przydatność [Ceglińska i in. 2006, Iwański i in. 2009, Vyhnánek i in. 2013]. W przeprowadzonym doświadczeniu największy udział wśród analizowanych białek właściwych stanowiły białka zapasowe z przewagą gliadyn w stosunku do glutelin.

Według Konopki i innych [2007], stosunek frakcji gliadyn do glutelin w ziarnie pszenicy chlebowej powinien być zbliżony do 1 : 1. W ziarnie badanego pszenżyta nie stwierdzono takich relacji między frakcjami, co świadczy o znacznej potencjalnej przewadze lepkich cech białka nad sprężystymi i pogorszeniem wartości technologicznej białka. Według Aguirre i innych [2006], poprawienie cech jakościowych ziarna może nastąpić poprzez odpowiednią agrotechnikę, czego nie potwierdziły badania Wojtkowiak i innych [2013]. Oceniane w badaniach własnych nawożenie tradycyjnymi nawozami stałymi (przedsiewnie nawozy pojedyncze i pogłównie mocznik bez i z udziałem azofoski stosowane w fazie BBCH 23-29 i BBCH 31-31) sprzyjało akumulacji białka w ziarnie, jednak wzrastała głównie ilość gliadyn, które i tak występują w przewadze w ziarnie pszenżyta, szczególnie w drugim roku uprawy.

Azot jest najważniejszym czynnikiem środowiskowym wpływającym na zawartość i skład białka, w tym także białka całkowitego i podjednostek. Stosowane warianty nawożenia różnicowały zawartość podjednostek białka monomerycznych gliadyn i polimerowych glutelin (tab. 3). Największe nagromadzenie gliadyn  $\omega$ ,  $\alpha/\beta$  i  $\gamma$  występowało

Tabela 3. Zawartość podjednostek frakcji białek (wrażone w tysiącach mAU s) w ziarnie

Table 3. Content of subunits of storage proteins in grain (the surface of peaks expressed in thousands mAU s)

Lata badań Years of investigation	Objekt* Objects	Gliadyny – Gliadins			Gluteliny – Glutelins		Suma białek glutenowych Sum of gluten protein
		$\omega$	$\alpha/\beta$	$\gamma$	HMW	LMW	
2010	1	2,30 <sup>bcd</sup> ±0,15	18,1 <sup>ab</sup> ±0,47	12,2 <sup>ab</sup> ±0,41	4,94 <sup>b</sup> ±0,37	12,6 <sup>b</sup> ±0,80	50,1 <sup>b</sup> ±1,09
	2	2,14 <sup>cd</sup> ±0,18	17,1 <sup>b</sup> ±0,32	11,4 <sup>bc</sup> ±1,38	4,71 <sup>b</sup> ±0,13	13,4 <sup>ab</sup> ±0,19	48,7 <sup>bc</sup> ±0,93
	3	2,07 <sup>d</sup> ±0,10	17,0 <sup>b</sup> ±1,47	10,8 <sup>c</sup> ±0,30	4,69 <sup>b</sup> ±0,27	12,9 <sup>ab</sup> ±0,65	47,5 <sup>c</sup> ±0,16
	4	2,20 <sup>bcd</sup> ±0,01	17,8 <sup>ab</sup> ±1,34	11,6 <sup>abc</sup> ±0,31	5,01 <sup>b</sup> ±0,13	13,6 <sup>a</sup> ±0,31	50,2 <sup>b</sup> ±1,19
2011	1	2,40 <sup>ab</sup> ±0,01	19,6 <sup>b</sup> ±0,24	12,8 <sup>c</sup> ±0,20	5,52 <sup>a</sup> ±0,15	13,4 <sup>ab</sup> ±0,25	53,6 <sup>a</sup> ±0,36
	2	2,59 <sup>a</sup> ±0,02	19,0 <sup>b</sup> ±0,20	12,6 <sup>ab</sup> ±0,43	5,05 <sup>b</sup> ±0,01	13,3 <sup>ab</sup> ±0,19	52,6 <sup>a</sup> ±0,46
	3	2,15 <sup>bcd</sup> ±0,13	18,4 <sup>ab</sup> ±0,11	11,8 <sup>abc</sup> ±0,46	4,98 <sup>b</sup> ±0,03	12,8 <sup>ab</sup> ±0,37	50,1 <sup>b</sup> ±1,09
	4	2,38 <sup>abc</sup> ±0,13	19,0 <sup>a</sup> ±0,40	12,3 <sup>ab</sup> ±0,09	5,12 <sup>ab</sup> ±0,16	13,4 <sup>ab</sup> ±0,26	52,1 <sup>a</sup> ±0,54
2010		2,18 <sup>B</sup> ±0,13	17,5 <sup>B</sup> ±0,93	11,5 <sup>B</sup> ±0,78	4,84 <sup>B</sup> ±0,24	13,1 <sup>a</sup> ±0,60	49,1 <sup>B</sup> ±1,39
2011		2,38 <sup>A</sup> ±0,18	19,0 <sup>A</sup> ±0,50	12,4 <sup>A</sup> ±0,47	5,17 <sup>A</sup> ±0,24	13,2 <sup>a</sup> ±0,33	52,1 <sup>A</sup> ±1,46

a, b, ..., A, B, ... – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy  $p < 0,05$ .

a, b, ..., A, B, ... – within each line means with the same letter are not significantly different ( $p < 0,05$ ).

HMW – wielkocząsteczkowe podjednostki glutelin/high molecular weight.

LMW – niskocząsteczkowe podjednostki glutelin/low molecular weight.

± odchylenie standardowe/standard deviation.

\* Opis obiektów w tabeli 1/Explanation see Table 1.

po zastosowaniu w nawożeniu  $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  azotu w postaci mocznika (obiekt 1). Wyjątkiem była mniejsza ilość gliadyn  $\omega$  w drugim roku badań. Nawożenie doglebowe dawką azotu  $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  z dodatkiem azofoski w fazie BBCH 23-29 (obiekt 2) w drugim roku badań przyczyniło się do największego udziału w ziarnie szkodliwych białek gliadyn  $\omega$  (2,59 tys.). Wszystkie frakcje gliadyn są toksyczne lub szkodliwe dla chorych na celiakię i alergenne dla uczulonych na gluten [Green i Cellier 2007]. Jednakże z technologicznego punktu widzenia są one potrzebne [Tohver i in. 2005, Aguirre i in. 2006, Martinek i in. 2008].

Zwiększenie poziomu nawożenia z 80 do  $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  zmniejszało ilość szkodliwego białka gliadyn  $\omega$  i  $\alpha/\beta$  pod wpływem zastosowania samego mocznika. Ilość białka  $\omega$  zmniejszała się o 11,5 i 6,3% białek  $\alpha/\beta$  pod wpływem zastosowania w nawożeniu pogłównym mocznika w fazie BBCH 23-29 i BBCH31-32 w pierwszym roku uprawy (obiekt 1 w porównaniu z obiektem 3). W kolejnym roku badań, w przypadku obu prezentowanych wariantów nawożenia, zmniejszała się ilość niepożądanego białka  $\omega$  o 11,3% i białek  $\alpha/\beta$  o 6,6% (obiekt 1 w porównaniu z obiektem 3) oraz 8,9% białek  $\omega$  (obiekt 2 w porównaniu z obiektem 4) po uzupełnieniu nawożenia azofoską. Konopka i inni [2007] wykazali natomiast, że na nagromadzenie poszczególnych frakcji białka w ziarnie badanych pszenic wpływał w dużym stopniu niedobór wody. W warunkach stresu wodnego zmniejszało się nagromadzenie albumin i globulin,  $\gamma$  gliadyn i glutelin. Poziom zawartości niskocząsteczkowych podjednostek glutelin (LMW – *low molecular weight*) w ziarnie badanego pszenżyta był wyższy niż wielkocząsteczkowych podjednostek glutelin (HMW – *high molecular weight*). Skład glutelin, zwłaszcza zawartość HMW, w znacznym stopniu przyczynia się do zmian objętości chleba o dobrej jakości. Według Luo i innych [2001], zawartości HMW i LMW w ziarnie uwarunkowane są genetycznie i ich wartości nieznacznie wzrastają poprzez aplikowanie azotu w późniejszych fazach rozwojowych. Również Aguirre i inni [2006] potwierdzają, że nawożenie pszenżyta sprzyjało nagromadzeniu formacji białka HMW. W przeprowadzonych badaniach zawartość białka glutelin HMW mieściła się w granicach od 4,69 do 5,52 tys. mAU. Największe nagromadzenie tej frakcji białka stwierdzono w ziarnie nawożonym mocznikiem w ilości  $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  w drugim roku badań. Do zwiększenia zawartości białka HMW przyczyniło się zwiększenie poziomu nawożenia w postaci mocznika stosowanego łącznie z azofoską o 6,3% w pierwszym roku badań (obiekt 2 w porównaniu z obiektem 4).

W przeprowadzonym doświadczeniu zastosowane nawożenie nie miało istotnego wpływu na zmiany stosunku białka glutenowego do białka ogółem oraz podjednostek frakcji białek do białek glutenowych w ziarnie pszenżyta jarego odmiany Milewo (tab. 4). Wykazano jedynie zmiany proporcji ilościowych pomiędzy podjednostkami frakcji białek glutenowych w stosunku do białka ogółem oraz LMW do białek glutenowych. Może to sugerować większy wpływ warunków siedliskowych aniżeli nawożenia na zmiany proporcji poszczególnych frakcji białka.

Tabela 4. Stosunek białka glutenowego do białka ogółem oraz podjednostek frakcji białek w stosunku do gliadyny i glutelin  
 Table 4. Proportion of gluten proteins in the grain in relation to total protein and subunits of gliadins and glutelins

Lata badań Years of investigation	Obiekt* Object	Frakcje białek w stosunku do białek glutenowych Relation of protein fraction to the total gluten proteins									
		Białka glutenowe : białko ogółem Gluten protein : sum of protein					gliadyny – gliadins gluteliny – glutelins				
		ω : białka glutenowe ω : gluten protein	α/β : białka glutenowe α/β : gluten protein	αβ : białka glutenowe αβ : gluten protein	γ : białka glutenowe γ : gluten protein	HMW : białka glutenowe HMW : gluten protein	LMW : białka glutenowe LMW : gluten protein				
2010	1	0,789 <sup>ab</sup> ±0,01	0,046 <sup>ab</sup> ±**	0,362 <sup>a</sup> ±**	0,243 <sup>a</sup> ±0,01	0,099 <sup>a</sup> ±0,01	0,251 <sup>c</sup> ±0,01				
	2	0,789 <sup>ab</sup> ±0,01	0,044 <sup>b</sup> ±**	0,351 <sup>a</sup> ±0,01	0,233 <sup>a</sup> ±0,02	0,097 <sup>a</sup> ±**	0,276 <sup>a</sup> ±0,01				
	3	0,779 <sup>b</sup> ±**	0,044 <sup>b</sup> ±**	0,359 <sup>a</sup> ±0,03	0,227 <sup>a</sup> ±0,01	0,099 <sup>a</sup> ±0,01	0,272 <sup>ab</sup> ±0,02				
	4	0,781 <sup>b</sup> ±0,01	0,044 <sup>b</sup> ±**	0,355 <sup>a</sup> ±0,02	0,231 <sup>a</sup> ±0,01	0,100 <sup>a</sup> ±0,01	0,271 <sup>ab</sup> ±**				
2011	1	0,801 <sup>a</sup> ±0,02	0,045 <sup>ab</sup> ±**	0,365 <sup>a</sup> ±0,01	0,238 <sup>a</sup> ±**	0,103 <sup>a</sup> ±**	0,250 <sup>c</sup> ±**				
	2	0,798 <sup>a</sup> ±**	0,049 <sup>a</sup> ±**	0,362 <sup>a</sup> ±**	0,240 <sup>a</sup> ±0,01	0,096 <sup>a</sup> ±**	0,253 <sup>c</sup> ±0,01				
	3	0,790 <sup>ab</sup> ±**	0,043 <sup>b</sup> ±**	0,366 <sup>a</sup> ±0,01	0,235 <sup>a</sup> ±**	0,099 <sup>a</sup> ±**	0,256 <sup>b</sup> ±**				
	4	0,800 <sup>a</sup> ±**	0,046 <sup>ab</sup> ±**	0,364 <sup>a</sup> ±0,01	0,236 <sup>a</sup> ±**	0,098 <sup>a</sup> ±**	0,256 <sup>ab</sup> ±**				
2010			0,044 <sup>a</sup> ±**	0,233 <sup>a</sup> ±0,01	0,098 <sup>a</sup> ±**	0,268 <sup>a</sup> ±0,01					
2011			0,046 <sup>a</sup> ±**	0,237 <sup>a</sup> ±**	0,099 <sup>a</sup> ±**	0,253 <sup>b</sup> ±**					

a, b, ..., A, B, ... – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy p < 0,05.

a, b, ..., A, B, ... – within each line means with the same letter are not significantly different (p < 0.05).

± odchylenie standardowe/standard deviation.

\* Opis obiektów w tabeli 1/Explanation see Table 1.

\*\* Wartość poniżej 0,01/Values below 0.01.

## WNIOSKI

1. Niezależnie od sposobów nawożenia ziarno pszenżyta jarego odmiany Milewo charakteryzowało się największym udziałem białka zapasowego z przewagą gliadyn w stosunku do glutelin.

2. Zwiększenie poziomu nawożenia azotem z 80 do 120 kg·ha<sup>-1</sup> w postaci mocznika i po zastosowaniu mocznika razem z azofoską zmniejszyła ilość białka gliadyn  $\omega$  i  $\alpha/\beta$ .

3. Analiza jakościowa białek przeprowadzona w ziarnie pszenżyta pod wpływem stosowanego nawożenia wskazuje na brak możliwości poprawy cech wypiekowych ziarna pszenżyta jarego odmiany Milewo.

## LITERATURA

- Aguirre A., Rubiolo O.J., Ribotta, P.D., Lujan J.S., Perez G.T., Leon A.E., 2006. Effects of incident radiation and nitrogen availability on the quality parameters of triticale grain in Argentina. *Exp. Agr.* 42, 311–322.
- Ceglińska A., Cichy H., Cacak-Pietrzak G., Haber T., Smuga W., 2006. Wykorzystanie pszenżyta jarego do produkcji pieczywa. *Fol. Univ. Agric. Stetin. Agric.* 247(100), 39–44.
- Domska D., Raczkowski M., 2009. Wpływ techniki dokarmiania mikroelementami na plonowanie i jakość pszenżyta jarego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 541, 105–112.
- Goesaert H., Brijs K., Veraverbeke W.S., Courtin C.M., Gebruers K., Delcour J.A., 2005. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science & Technology* 16(1–3), 12–30.
- Green P.H., Cellier C., 2007. Celiac disease. *N. Engl. J. Med.* 357, 1731–1743.
- Iwański R., Wianeczki M., Tokarczyk G., Stankowski S., 2009. Wpływ metod konwencjonalnych i ekologicznych uprawy pszenżyta na wartość wypiekową mąk i jakość pieczywa. *Folia Pomer. Univ. Techno. Stein. Agric., Aliment., Pisc. Zootech.* 269(9), 19–32.
- Kara B., Uysal N., 2009. Influence on grain yield and grain protein content of late-season nitrogen application in triticale. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8(3), 575–586.
- Konopka I., Fornal Ł., Dziuba M., Czaplicki S., Nałęcz D., 2007. Composition of proteins in wheat grain obtained by sieve classification. *J. Sci. Food Agric.* 87(12), 2198–2206.
- Konopka I., Tańska, M., Faron, A., Stępień A., Wojtkowiak K., 2012. Comparison of the phenolic compounds, carotenoids and tocopherols content in wheat grain under organic and mineral fertilization regimes. *Molecules* 17, 12341–12356.
- Luo C., Griffin W.B., Branlard G., McNeil D.L., 2001. Comparison of low- and high molecular-weight wheat glutenin allele effects on flour quality. *Theor. Appl. Genet.* 102(6–7), 1088–1098.
- Martinek, P., Vinterová M., Burešová I., Vyhnánek T., 2008. Agronomic and quality characteristics of triticale (*× Triticosecale* Wittmack) with HMW glutenin subunits 5+10. *J. Cereal Sci.* 47, 68–78.
- McGoverin C.M., Snyders F., Muller N., Botes W., Fox G., Manley M., 2011. A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. *J. Sci. Food Agric.* 91, 1155–1165.
- Pattison A.L., Trethowan R.M., 2013. Characteristics of modern triticale quality: commercially significant flour traits and cookie quality. *Crop Pasture Sci.* 64(9), 874–880.
- Podolska G., 2008. Wpływ dawki i sposobu nawożenia azotem na plon i wartość technologiczną ziarna odmian pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(1), 57–65.



- Salmanowicz B.P., 2010. Identification and characterization of highmolecular-weight secalins from triticale seeds by capillary zone electrophoresis. *Electrophoresis* 31, 2226–2235.
- Salmanowicz B.P., Dylewicz M., 2007. Identification and characterization of high-molecular-weight glutenin genes in Polish triticale cultivars by PCR-based DNA markers. *J. Appl. Genet.* 48(4), 347–357.
- Serna-Saldivar S.O., Guajardo-Flores S., Viesca-Rios R., 2004. Potential of Triticale as a Substitute for Wheat in Flour Tortilla Production. *Cereal Chem.* 81(2), 220–225.
- Shewry P.R., 2007. Improving the protein content and composition of cereal grain. *J. Cereal Sci.* 46, 239–250.
- Spychaj-Fabisiak E., Łożek O., Knapowski T., Ralcewicz M., 2005. Evaluation of the effect of sowing date and nitrogen fertilization on yield and content of protein in triticale grain. *Fragm. Agron.* 22(1), 550–562.
- Stępień A., Wojtkowiak K., 2013. Composition of gluten proteins in spring and winter wheat grain cultivated under conditions of varied fertilization. *Acta Agr. Scand. B-S P.* 63(7), 588–594.
- Tohver M., Kann A., Taht R., Mihhalevski A., Hakman J., 2005. Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions. *Food Chem.* 89, 125–132.
- Triboi E., Triboi-Blondel A.M., 2002. Productivity and grain or seed composition: A new approach to an old problem invited paper. *Eur. J. Agron.* 16, 163–186.
- Varughese G., Pfeiffer W.H., Pena, R.J., 1996. Triticale: a successful alternative crop. (Part I) *Cereal Foods World* 41, 474–482.
- Vyhnánek T., Halouzková E., Martinek P., 2013. Glu-1 Alleles and Prediction of Bread-making Quality Traits in Triticale. *Cereal. Res. Commun.* 41(4), 562–572.
- Wieser H., 2007. Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiol.* 24, 115–117.
- Wieser H., Antes S., Seilmeier W., 1998. Quantitative determination of gluten protein types in wheat flour by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Cereal Chem.* 75(5), 544–650.
- Wojtkowiak K., 2014. Wpływ sposobu nawożenia azotem na jakość ziarna pszenżyta jarego odmiany Milewo. Część II – plonowanie i zawartość składników pokarmowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 576, 217–226.
- Wojtkowiak K., Stępień A., Tańska M., Konopka I., Konopka S., 2013. Impact of nitrogen fertilization on the yield and content of protein fractions in spring triticale grain. *Afr. J. Agric. Res.* 8(28), 3778–3783.

## SYSTEMS OF NITROGEN FERTILIZING ON QUALITY OF GRAIN OF SPRING TRITICALE MILEWO VARIETY. PART I – CONTENT AND COMPOSITION OF PROTEIN

**Summary.** The aim of the study was to assess the influence of nitrogen application as into-soil one- or multi-component fertilizer on content and fraction composition of protein and on in grain of spring triticale of the Milewo variety. Quality analysis is targeted on exposing of possibilities of bread – making traits improvement of spring triticale grain with applied fertilizing systems. The field experiment was realized in 2010–2011 in the Didactic and Experimental Department of UWM in Tomaszkowo, Poland; the soil was medium rich in phosphorous, potassium, zinc and manganese and low in copper. The experiment was founded by the method of randomized blocks. Different fertilizing with nitrogen at 80 and 120 kg·ha<sup>-1</sup> with doses partition by 40 kg N·ha<sup>-1</sup> with microelements

additives or without the addition (azofoska) was applied. Application of nitrogen fertilizing with addition of multi-component fertilizer (azofoska) resulted in change of composition of individual protein fractions. The highest content ratio among all the analysed specific proteins were storage proteins, with the prevalence of gliadins over glutelins. This fact results in potential prevalence of sticky features of protein over springy ones and worsening technological quality of protein. Increasing the level of nitrogen fertilization from 80 to 120 kg·ha<sup>-1</sup> in the form of urea and application of urea together with azofoska diminished content of hazardous, allergy causing, gliadin proteins of  $\omega$  and  $\alpha/\beta$  type.

**Key words:** nitrogen fertilization, spring triticale, composition of protein